

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 2003-028645

(43)Date of publication of application: 29.01.2003

(51)Int.Cl.

G01C 19/56  
G01P 9/04  
H03H 3/02

(21)Application number: 2001-215111

(71)Applicant: NIPPON DEMPA KOGYO CO LTD

(22)Date of filing: 16.07.2001

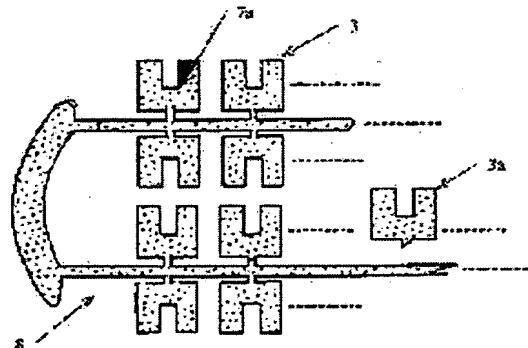
(72)Inventor: UMEKI SATOSHI  
INOUE TAKAHIRO

## (54) METHOD FOR MANUFACTURING TUNING FORK TYPE ANGULAR VELOCITY SENSOR ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a tuning fork type angular velocity sensor constituted so as to easily adjust the detuning frequency of tuning fork vibration with sensor (vertical) vibration.

**SOLUTION:** The tuning fork type angular velocity sensor is manufactured through a process for forming metal films as mutually connected masks becoming a plurality of tuning fork-like quartz pieces on both main surfaces of a quartz wafer, a process for forming integrated tuning fork-like quartz pieces by applying outer shape processing to a plurality of the tuning fork-like quartz pieces mutually connected by charging the quartz wafer provided with the masks in an etching liquid, a process for forming a drive electrode for exciting tuning fork vibration and a sensor electrode for exciting vertical vibration by extracting a part of the tuning fork-like quartz pieces from the integrated tuning fork-like quartz pieces, a process for exciting tuning fork vibration and vertical vibration to measure vibration frequency difference, and a process for setting the etching time of the arm parts of the integrated tuning-like quartz pieces from the vibration frequency difference to control the vibration frequency difference between the tuning fork vibration and the vertical vibration.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-28645

(P2003-28645A)

(43)公開日 平成15年1月29日 (2003.1.29)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 C 19/56  
G 0 1 P 9/04  
H 0 3 H 3/02

識別記号

F I  
G 0 1 C 19/56  
G 0 1 P 9/04  
H 0 3 H 3/02

テ-マコト<sup>8</sup>(参考)  
2 F 1 0 5  
5 J 1 0 8  
D

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全5頁)

(21)出願番号 特願2001-215111(P2001-215111)

(71)出願人 000232483

日本電波工業株式会社

東京都渋谷区西原1丁目21番2号

(22)出願日 平成13年7月16日 (2001.7.16)

(72)発明者 梅木 三十四

埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日

本電波工業株式会社狭山事業所内

(72)発明者 井上 孝弘

埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日

本電波工業株式会社狭山事業所内

Fターム(参考) 2F105 AA02 AA08 BB15 CC01 CD02

CD06

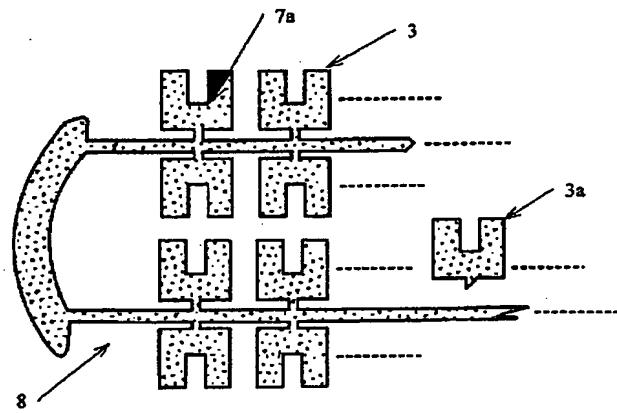
5J108 MM11 MM15

(54)【発明の名称】 音叉型角速度センサ素子の製造方法

(57)【要約】

【目的】音叉振動とセンサ(垂直)振動との離調周波数の調整を容易にした音叉型センサの製造方法を提供する。

【構成】水晶ウェハの両主面に複数の音叉状水晶片となる互いに連結したマスクとしての金属膜を形成する工程と、前記マスクを設けた水晶ウェハをエッティング液に投入して互いに連結した複数の音叉状水晶片に外形加工して一体化音叉状水晶片を形成する工程と、前記一体化音叉状水晶片から一部の音叉状水晶片を抜き取って前記音叉振動を励振する駆動電極と前記垂直振動を励振するセンサ電極を形成する工程と、前記音叉振動と前記垂直振動とを励振して振動周波数差を測定する工程と、前記振動周波数差から前記一体化音叉状水晶片における腕部のエッティング時間を設定し、前記音叉振動と前記垂直振動との振動周波数差を制御した構成とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基部と一対の腕部を有する音叉状水晶片からなり、前記一対の腕部を音叉振動させて互いに反対方向の垂直振動によってコリオリの力を検出してなる音叉型角速度センサ素子の製造方法において、水晶ウェハの両主面に複数の音叉状水晶片となる互いに連結したマスクとしての金属膜を形成する工程と、前記マスクを設けた水晶ウェハをエッティング液に投入して互いに連結した複数の音叉状水晶片に外形加工して一体化音叉状水晶片を形成する工程と、前記一体化音叉状水晶片から一部の音叉状水晶片を抜き取って前記音叉振動を励振する駆動電極と前記垂直振動を励振するセンサ電極を形成する工程と、前記音叉振動と前記垂直振動とを励振して振動周波数差を測定する工程と、前記振動周波数差から前記一体化音叉状水晶片における腕部のエッティング時間を設定し、前記音叉振動と前記垂直振動との振動周波数差を制御したことを特徴とする音叉型角速度センサ素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は位置制御等に適用される水晶振動子を用いた音叉型角速度センサ素子（音叉型センサとする）の製造方法を産業上の技術分野とし、特に音叉振動とコリオリの力による垂直振動との振動周波数差（離調周波数とする）を容易に制御し得る製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】（発明の背景）水晶振動子を用いた音叉型センサは、例えばセラミック振動子に比較して周波数温度特性等に優れることから注目を浴び、近年になって実用化に至っている。これらは、自動車の誘導システムやカメラの手ぶれ防止等に使用され、量産化が進行している。

【0003】（従来技術の一例）第4図は一従来例を説明する音叉型センサの図である。音叉型センサは、基部1と一対の腕部2（a b）を有する音叉状水晶片3からなり、結晶軸（XYZ）のZ軸に主面が概ね直交した乙板から形成される。但し、長さLはY軸、幅WはX軸、厚みTはZ軸である。一対の腕部2（a b）の一方には音叉振動を励振する駆動電極4を、他方にはコリオリの力を検出するセンサ電極5を有する。駆動電極4及びセンサ電極5は、基部1に設けられた図示しない導出電極と接続する。これらは、例えば水晶ウェハのエッティングによって、外形加工及び各電極が形成される。そして、図示しないベースに基部1を保持して密閉容器内に収容し、端子を導出していった。

【0004】このようなものでは、第5図の上面図に矢印で示したように、一方の腕部2aを励振すると屈曲振動によって水平方向に振動し、他方の腕部2bが共振して音叉振動を生ずる。そして、一対の腕部2（a b）に

回転力が加えられると、各腕部2（a b）には互いに反対方向となる垂直方向の力が生じて同方向に屈曲（垂直振動）する。そして、他方の腕部2bに設けられたセンサ電極5によって屈曲振動による電荷を検出し、これにより回転力を認知する。なお、各腕部内の矢印は印加される電界方向である。

【0005】このような音叉型センサでは、音叉振動と垂直振動との振動周波数  $f_d$ 、  $f_s$  は近いほど感度は高くなるが、近すぎると例えば  $S/N$  比が悪化する。したがって、音叉振動と垂直振動とは実験に基づく最適な離調周波数  $\Delta f$  (=  $f_d - f_s$ ) をもった振動周波数  $f_d$ 、  $f_s$  に設定され、感度及び検出精度を高めている。音叉振動及び垂直振動の振動周波数  $f_d$ 、  $f_s$  は、それぞれ  $f_d = k_1 \cdot W/L^2$ 、  $f_s = k_2 \cdot T/L^2$  で決定される。但し、  $k_1$ 、  $k_2$  はそれぞれ固有の周波数定数、  $W$  は腕部2の幅、  $T$  は同厚みである。

【0006】例えば音叉振動を  $17\text{KHz}$  とすると、最終的な離調周波数  $\Delta f_0$  は  $250\text{Hz} \pm 50\text{Hz}$  程度に設定される。そして、音叉状水晶片3の外形加工時における離調

周波数  $\Delta f$  は  $300\text{Hz} \pm 100\text{Hz}$  程度に設定される。なお、音叉状水晶片3をベースに保持した後に例えば腕部2（a b）の先端を削って音叉振動の振動周波数  $f_d$  を制御して、最終的な離調周波数  $\Delta f_0$  が微調整される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】（従来技術の問題点）しかしながら、上記構成の音叉型センサでは、理論上では、音叉状水晶片3の外形加工時における離調周波数  $\Delta f_1$  は腕部2（a b）の寸法比（L、W、T）を設定することによって一義的に得られるが、現実的には加工誤差等に起因して規格内にすることが困難であった。

【0008】（発明の目的）本発明は、離調周波数の調整を容易にした音叉型センサの製造方法を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、水晶ウェハをエッティングして複数の音叉状水晶片を有する一体化音叉状水晶片（一体化水晶片とする）を形成し、一体化水晶片から一部の音叉状水晶片を抜き取って駆動電極及びセンサ電極を形成して初期の離調周波数  $\Delta f_1$  を測定し、この初期の離調周波数  $\Delta f_1$ に基づいて一体化水晶片の腕部のエッティング時間を設定して、離調周波数  $\Delta f$  を制御したことを基本的な解決手段とする。

## 【0010】

【作用】本発明では、一体化水晶片の一部を抜き取った音叉状水晶片の初期の離調周波数  $\Delta f_1$  を測定した後、音叉腕のエッティング時間を制御するので、離調周波数  $\Delta f$  を確実に規格内にする。以下、本発明の一実施例を説明する。

## 【0011】

【実施例】第1図乃至第3図は、本発明の一実施例を説

明する音叉型センサの製造工程図である。なお、前從来例と同一部分には同番号を付与してその説明は簡略又は省略する。音叉型センサは、前述したようにZ板とした水晶ウェハ6から形成される。ここでは、先ず、水晶ウェハ6の両主面に金(Au)とした金属膜7をスパッタによって形成する。そして、エッティングによって金属膜7の一部を除去し、水晶ウェハ6の両主面に音叉状水晶片3となる互いに連結した複数のマスク7aを形成する。なお、水晶ウェハ6は直径が約7cmで、音叉状水晶片3は約300個程度形成される。

【0012】次に、マスク7aを設けた水晶ウェハ6をエッティング液例えればBHF(バッファードフッ酸)液中に投入してエッティングし、マスク7a以外の露出部を切除する。これにより、複数の音叉状水晶片3が連結した一体化水晶片8を得る。そして、一体化水晶片8をエッティング液中から取り出し、例えは中央部及び外周部の5箇所から音叉状水晶片(モニタ用水晶片とする)3aを抜き取る。

【0013】次に、モニタ用水晶片3aの主面のマスク7a(金属膜7、Au)をエッティングして、主面側の駆動電極4等を形成する。また、モニタ用水晶片3aにおける一対の腕部2(a b)の側面にも金属膜7を設ける。そして、モニタ用水晶片3aを励振して音叉振動及び垂直振動の振動周波数 $f_d$ 、 $f_s$ を測定し、初期の離調周波数 $\Delta f_1$ を認知する。

【0014】次に、初期の離調周波数 $\Delta f_1$ から、一対の腕部2(a b)の幅をいくつにすれば即ち側面をどれだけエッティング(切除)すれば規格内の離調周波数 $\Delta f$ が得られるかを算出する。そして、規格内の離調周波数 $\Delta f$ とするためのエッティング量に応じたエッティング時間を設定する。

【0015】次に、両主面にマスク7aを有する一体化水晶片8をエッティング液中に投入して、先に設定された時間エッティングする。これにより、側面から規定量を切除して、 $0.1\mu m$ オーダで音叉腕の幅Wを小さくする。そして、一体化水晶片8をエッティング液中から取り出して、前述同様に新たにモニタ用水晶片3aを抜き取るとともに駆動電極4及びセンサ電極5等を形成して第2の離調周波数 $\Delta f_2$ を測定する。

【0016】次に、第2の離調周波数 $\Delta f_2$ が規格を満足していれば、音叉状水晶片3の外形加工を終了する。そして、第2の離調周波数 $\Delta f_2$ が規格外であれば、再度、規格を満足するエッティング量を算出して一体化水晶片8を再エッティングする。そして、モニタ水晶片3aが規格を満足するまで、これらの工程を繰り返す。

【0017】最後に、モニタ用水晶片3aが規格を満足して一体化水晶片8(各音叉状水晶片3)の外形加工を終したら、モニタ用水晶片3aと同様にして一体化水晶片8の状態で一体的に駆動電極4及びセンサ電極5等を形成する。そして、一体化水晶片8から、各電極を有

する個々の音叉状水晶片3に分離する。なお、初期の離調周波数 $\Delta f_1$ が規格内であれば、同様に各電極を形成する。

【0018】このような製造方法であれば、一体化水晶片8からモニタ用水晶片3aを抜き取り、駆動電極4及びセンサ電極5等を形成して初期の離調周波数 $\Delta f_1$ を測定する。そして、規格内の離調周波数 $\Delta f$ となる幅との寸法差を算出して、その寸法差に応じたエッティング量及びエッティング時間を設定する。そして、一体化水晶片8をエッティングし、規格内の離調周波数となるまで繰り返す。したがって、各音叉状水晶片3を規格内の離調周波数 $\Delta f$ に確実に合わせ込める。

【0019】また、この実施例では、腕部2(a b)の側面をエッティングして幅方向の寸法のみを縮小して、厚みは一定とする。したがって、音叉振動の振動周波数 $f_d$ (=  $k_1 \cdot W / L^2$ )のみが低下する方向で変化し、垂直振動の振動周波数 $f_s$ (=  $k_2 \cdot T / L^2$ )は変化しない。これにより、離調周波数 $\Delta f$ を調整しやすい。さらに、ここでは、一体化水晶片8の中央部及び外周部の5箇所からモニタ用水晶片3aを抜き取るので、平均的なエッティング量及び時間を設定できる。

【0020】

【他の事項】上記実施例では、一体化水晶片8の側面をエッティングして音叉振動の振動周波数を低下させて離調周波数 $\Delta f$ を調整したが、例えは次のようにしてもよい。すなわち、外形加工後に一体化水晶片8の両主面からマスク7a(金属膜7)を除去して、マスク7aとしての金属膜7を側面に設けて主面をエッティングして離調周波数 $\Delta f$ を調整してもよい。この場合は、音叉振動の振動周波数 $f_d$ を一定として垂直振動の振動周波数 $f_s$ が変化する。但し、外形加工時のマスク7aをそのまま使用できるので、側面をエッティングした方が有利である。

【0021】また、腕部2(a b)の側面又は主面をエッティングするとしたが、外形加工後に腕部2(a b)の先端面のみを露出して長さ寸法を変化させて離調周波数 $\Delta f$ を調整してもよい。この場合、音叉振動及び垂直振動の振動周波数 $f_d$  (=  $k_1 \cdot W / L^2$ )、 $f_s$  (=  $k_2 \cdot T / L^2$ )はいずれも変化するが、係数 $k_1$ と $k_2$ が異なるので各振動周波数 $f_d$ 、 $f_s$ の変化量も異なる。したがって、離調周波数 $\Delta f$ を調整できる。そして、長さ方向の変化は長さLの2乗に反比例するので、僅かのエッティング量で周波数変化が大きくなり、調整時間を短縮できる。

【0022】また、マスク7aによって音叉の先端部を斜め方向に露出して例えは各腕部2(a b)の外側の稜線部から斜め方向にエッティングしてもよい。この場合でも、各振動周波数 $f_d$ 、 $f_s$ が変化するので離調周波数 $\Delta f$ を調整できる。さらには、各腕部2(a b)の一方の対角部から他方の対角部に傾斜させて離調周波数 $\Delta f$ を調整でき、これらは任意に適用できる。

【0023】また、水晶ウェハ6は単板として説明したが、 $\pm X$ 軸方法を逆向きにして2枚の水晶ウェハ6を直接接合によって貼り合わせた場合でも適用できる（参照：特開平11-316125号公報）。そして、一方の腕部2aに駆動電極4を、他方の腕部1bにセンサ電極を設けたが、各腕部2(a,b)に駆動電極4及びセンサ電極5を設けてもよく、これらは任意に設定できる。

【0024】

【発明の効果】本発明は、一体化水晶片の一部を抜き取った音叉状水晶片の初期の離調周波数 $\Delta f_1$ を測定した後、音叉腕のエッチング時間を制御するので、離調周波数 $\Delta f$ を確実に規格内にしてその調整を容易にした音叉型センサの製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

\* 【図1】本発明の一実施例を説明する音叉型センサの製造工程図である。

【図2】本発明の一実施例を説明する音叉型センサの製造工程図である。

【図3】本発明の一実施例を説明する音叉型センサの製造工程図である。

【図4】従来例を説明する音叉型センサの図である。

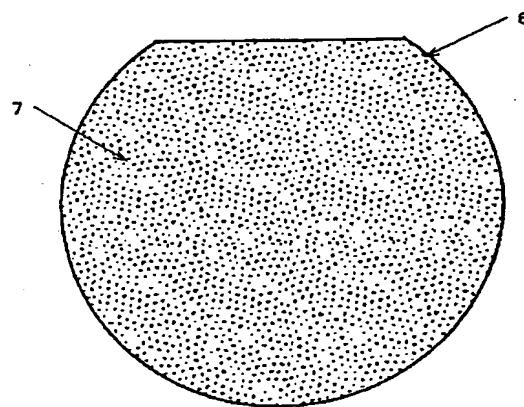
【図5】従来例を説明する音叉型センサの上面図である。

10 【符号の説明】

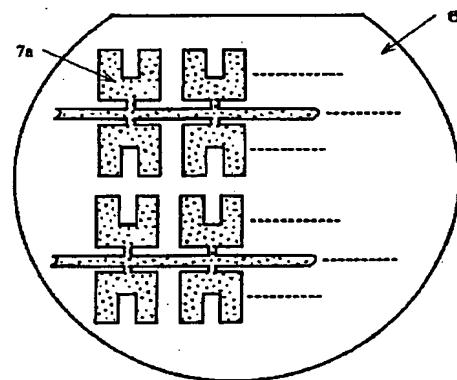
1 基部、2 腕部、3 音叉状水晶片、3a モニタ用水晶片、4 駆動電極、5 センサ電極、6 水晶ウェハ、7 金属膜、7a マスク、8 一体化水晶片。

\*

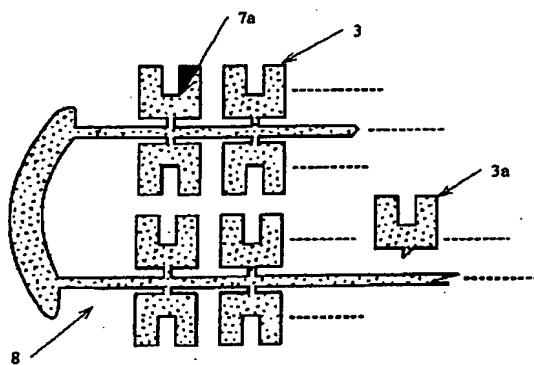
【図1】



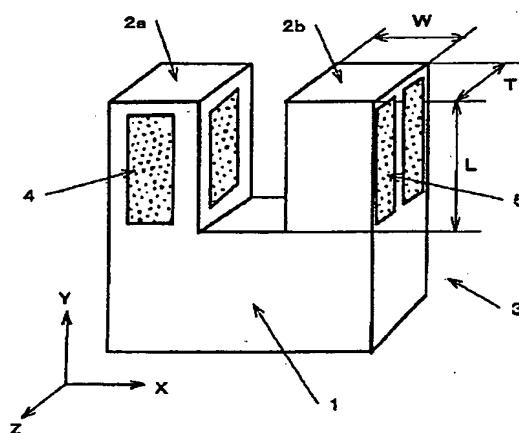
【図2】



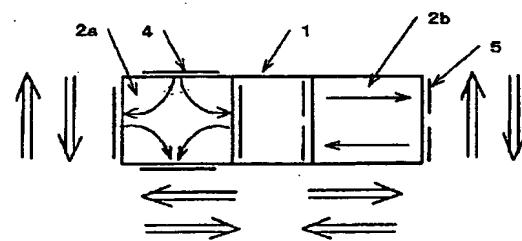
【図3】



【図4】



【図5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成13年7月31日(2001.7.3)

1)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図5】

